

Unidade IV:

Tipos Abstratos de Dados Lineares: Lista




PUC Minas

Instituto de Ciências Exatas e Informática
Departamento de Ciência da Computação

Agenda

- Conceitos básicos
- Implementação em C#

- **Conceitos básicos** 
- Implementação em C#

Introdução

- As listas são um Tipo Abstrato de Dados (TAD) no qual podemos inserir e remover elementos em qualquer posição
- Exemplos:
 - Lista de valores (*array* de números inteiros)
 - Lista de nomes (*array* de strings)
 - Lista de notas (*array* de números reais)
 - Lista de carros (*array* de objetos do tipo carro)

Variáveis da Lista

- *array* (de elementos) e *n* (contador)

array

6	4	8	3		
0	1	2	3	4	5

n

4

Métodos da Lista

- Construtores
- Inserção de elemento
 - void inserirInicio(elemento)
 - void inserirFim(elemento)
 - void inserir(elemento, posição)
- Remoção de elementos
 - elemento removerInicio()
 - elemento removerFim()
 - elemento remover(posição)
- Mostrar, pesquisar, ordenar, ...

Exemplo

- Supondo a existência da TAD, vamos executar o exemplo ilustrado a seguir

Exemplo

```
Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removeInicio();
x2 = lista.removeFim();
x3 = lista.remove(2);

Console.WriteLine(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();
```



```
Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();
```

Lista

Tela

```
Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
```

```
Lista lista = new Lista(6);
```

```
int x1, x2, x3;
```

```
lista.inserirInicio(1);
```

```
lista.inserirFim(7);
```

```
lista.inserirFim(9);
```

```
lista.inserirInicio(3);
```

```
lista.inserir(8, 3);
```

```
lista.inserir(4, 2);
```

```
lista.mostrar();
```

```
x1 = lista.removerInicio();
```

```
x2 = lista.removerFim();
```

```
x3 = lista.remover(2);
```

```
Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
```

```
lista.mostrar();
```

Lista

Tela

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

```
Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
```

```
Lista lista = new Lista(6);
```

```
int x1, x2, x3;
```

```
lista.inserirInicio(1);
```

```
lista.inserirFim(7);
```

```
lista.inserirFim(9);
```

```
lista.inserirInicio(3);
```

```
lista.inserir(8, 3);
```

```
lista.inserir(4, 2);
```

```
lista.mostrar();
```

```
x1 = lista.removerInicio();
```

```
x2 = lista.removerFim();
```

```
x3 = lista.remover(2);
```

```
Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
```

```
lista.mostrar();
```

array

?	?	?	?	?	?
0	1	2	3	4	5

n

0

Tela

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

```
Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
```

```
int x1, x2, x3;
```

```
lista.inserirInicio(1);
```

```
lista.inserirFim(7);
```

```
lista.inserirFim(9);
```

```
lista.inserirInicio(3);
```

```
lista.inserir(8, 3);
```

```
lista.inserir(4, 2);
```

```
lista.mostrar();
```

```
x1 = lista.removerInicio();
```

```
x2 = lista.removerFim();
```

```
x3 = lista.remover(2);
```

```
Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
```

```
lista.mostrar();
```

x1

x2

x3

array

?	?	?	?	?	?
---	---	---	---	---	---

0 1 2 3 4 5

n

Tela

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

x1

x2

x3

array

1	?	?	?	?	?
0	1	2	3	4	5

n

Tela

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

```
Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
```

```
Lista lista = new Lista(6);
```

```
int x1, x2, x3;
```

```
lista.inserirInicio(1);
```

```
lista.inserirFim(7);
```

```
lista.inserirFim(9);
```

```
lista.inserirInicio(3);
```

```
lista.inserir(8, 3);
```

```
lista.inserir(4, 2);
```

```
lista.mostrar();
```

```
x1 = lista.removerInicio();
```

```
x2 = lista.removerFim();
```

```
x3 = lista.remover(2);
```

```
Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
```

```
lista.mostrar();
```

Fim da lista
(não do *array*)

x1

x2

x3

array

1	7	?	?	?	?
0	1	2	3	4	5

n

Tela

```
==== LISTA LINEAR ====
```

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

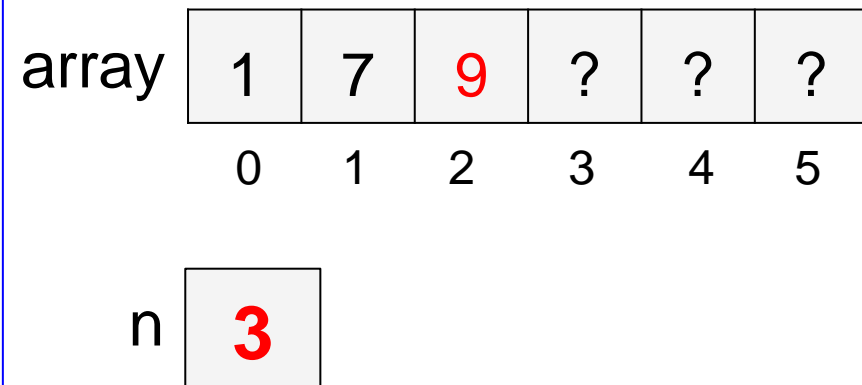
x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();
    
```

x1

x2

x3



Tela

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

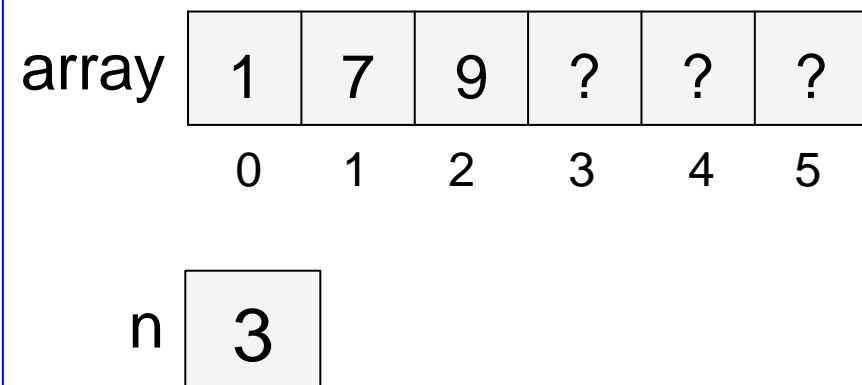
```
Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");  
Lista lista = new Lista(6);  
int x1, x2, x3;  
lista.inserirInicio(1);  
lista.inserirFim(7);  
lista.inserirFim(9);  
lista.inserirInicio(3);
```

```
lista.inserir(8, 3);  
lista.inserir(4, 2);
```

```
lista.mostrar();
```

```
x1 = lista.removerInicio();  
x2 = lista.removerFim();  
x3 = lista.remover(2);
```

```
Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);  
lista.mostrar();
```



Antes dessa inserção, liberaremos a posição 0, deslocando os elementos para a direita

la

R ====

Exemplo

```
Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
```

```
Lista lista = new Lista(6);
```

```
int x1, x2, x3;
```

```
lista.inserirInicio(1);
```

```
lista.inserirFim(7);
```

```
lista.inserirFim(9);
```

```
lista.inserirInicio(3);
```

```
lista.inserir(8, 3);
```

```
lista.inserir(4, 2);
```

```
lista.mostrar();
```

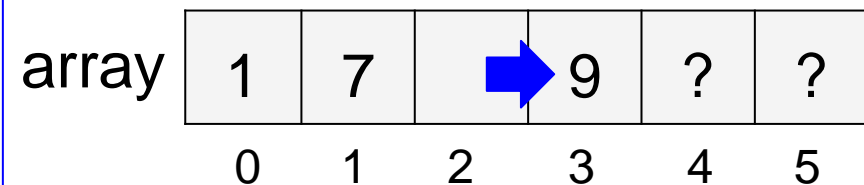
```
x1 = lista.removerInicio();
```

```
x2 = lista.removerFim();
```

```
x3 = lista.remover(2);
```

```
Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
```

```
lista.mostrar();
```



n

3

Antes dessa inserção, liberaremos a posição 0, deslocando os elementos para a direita

Exemplo

```

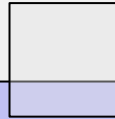
Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

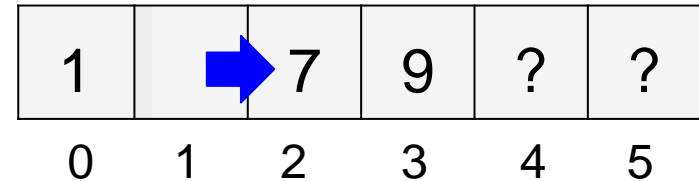
x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();
    
```

x1



array



n



Antes dessa inserção, liberaremos a posição 0, deslocando os elementos para a direita

la

R ====

Exemplo

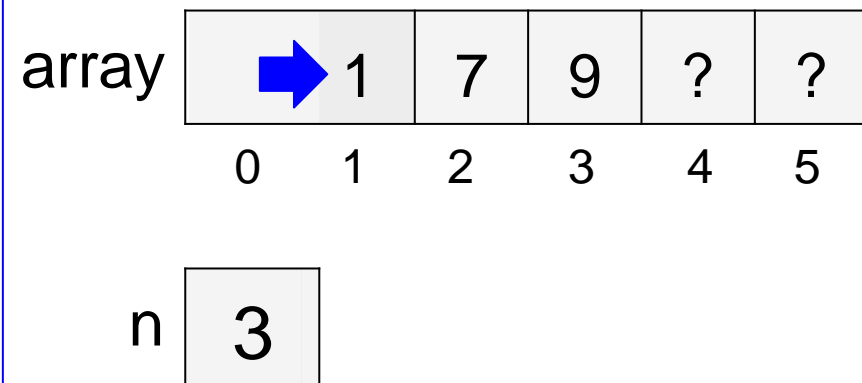
```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();
    
```



Antes dessa inserção, liberaremos a posição 0, deslocando os elementos para a direita

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();
    
```

x1

x2

x3

array

3	1	7	9	?	?
0	1	2	3	4	5

n

Tela

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);

```

x1

```

lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

```

```

lista.mostrar();

```

```

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

```

```

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

array

3	1	7	9	?	?
0	1	2	3	4	5

n

Precisamos liberar a posição 3

la

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);

```

x1



```

lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

```

```

lista.mostrar();

```

```

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

```

```

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

array

3	1	7	→	9	?
0	1	2	3	4	5

n



Precisamos liberar a posição 3

la

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

x1

x2

x3

array	3	1	7	8	9	?
	0	1	2	3	4	5
n	5					

Tela

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

x1

x2

x3

array

3	1	4	7	8	9
0	1	2	3	4	5

n

Tela

==== LISTA LINEAR ====

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

```

x1

x2

x3

```
lista.mostrar();
```

```

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

```

```

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

array

3	1	4	7	8	9
0	1	2	3	4	5

n

Tela

```

==== LISTA LINEAR ====
[ 3 1 4 7 8 9 ]

```

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

```

x1



array

3	1	4	7	8	9
0	1	2	3	4	5

n

6

Após a remoção do 3, os demais
elementos devem ser deslocados
para a esquerda

```

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

```

```

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

ela

R ====

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

```

x1 3

x2

x3

```

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

```

```

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

array

1	4	7	8	9	
0	1	2	3	4	5

n 5

Tela

```

==== LISTA LINEAR ====
[ 3 1 4 7 8 9 ]

```

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();
    
```

x1 3

x2 9

x3

array

1	4	7	8		
0	1	2	3	4	5

n 4

Tela

```

==== LISTA LINEAR ====
[ 3 1 4 7 8 9 ]
    
```

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR =====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

x1 3

x2 9

x3 7

array

1	4	8			
0	1	2	3	4	5

n 3

Tela

```

==== LISTA LINEAR =====
[ 3 1 4 7 8 9 ]

```

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);
    
```

x1 3

x2 9

x3 7

```

Console.WriteLine(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();
    
```

array

1	4	8			
0	1	2	3	4	5

n 3

Tela

```

==== LISTA LINEAR ====
[ 3 1 4 7 8 9 ]
3, 9, 7
    
```

Exemplo

```

Console.WriteLine("==== LISTA LINEAR ====");
Lista lista = new Lista(6);
int x1, x2, x3;
lista.inserirInicio(1);
lista.inserirFim(7);
lista.inserirFim(9);
lista.inserirInicio(3);
lista.inserir(8, 3);
lista.inserir(4, 2);

lista.mostrar();

x1 = lista.removerInicio();
x2 = lista.removerFim();
x3 = lista.remover(2);

Console.Write(x1 + ", " + x2 + ", " + x3);
lista.mostrar();

```

x1 3

x2 9

x3 7

array

1	4	8			
0	1	2	3	4	5

n 3

Tela

```

==== LISTA LINEAR ====
[ 3 1 4 7 8 9 ]
3, 9, 7
[ 1 4 8 ]

```

Agenda

- Conceitos básicos
- **Implementação em C#**



Algoritmo em C#

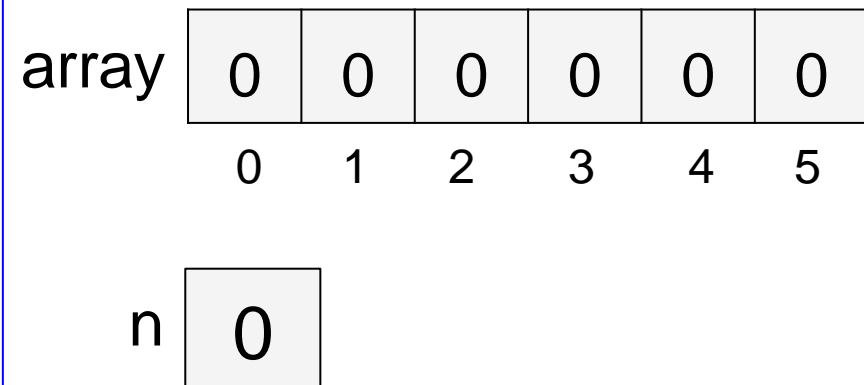
```

class Lista {
    private int[] array;
    private int n;

    public Lista () {inicializar(0);}
    public Lista (int tamanho){
        inicializar(tamanho);
    }
    private void inicializar(int tamanho){
        this.array = new int [tamanho];
        this.n = 0;
    }

    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar () { ... }
}

```



Algoritmo em C#

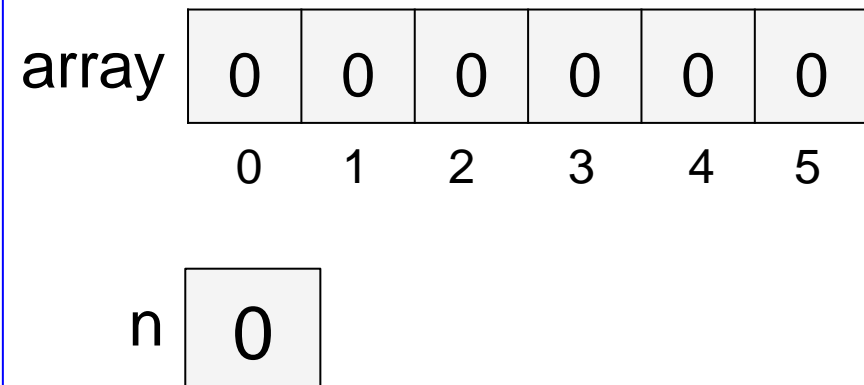
```

class Lista {
    private int[] array;
    private int n;

    public Lista () {inicializar(0);}
    public Lista (int tamanho){
        inicializar(tamanho);
    }
    private void inicializar(int tamanho){
        this.array = new int [tamanho];
        this.n = 0;
    }

    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar () { ... }
}

```



Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(1)

x

1

public void inserirInicio(**int** x) {**if** (n >= array.Length)
 throw new Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > 0; i--){
 array[i] = array[i-1];
}

array[0] = x;

n++;

}

array

0

0

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

0

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(1)

x 1

public void inserirInicio(**int** x) {**if** (n >= array.Length)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > 0; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[0] = x;

n++;

}

false: 0 >= 6

array

0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

0

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(1)

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

```
array[0] = x;  
n++;  
}
```

x

1

i

0

array

0

0

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

0

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(1)

```
public void inserirInicio(int x) {
    if (n >= array.Length)
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){
    array[i] = array[i-1];
}
```

```
array[0] = x;
n++;
}
```

false: 0 > 0

x

1

i

0

array

0

0

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

0

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(1)

x 1

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

array[0] = x;

n++;

}

array

1	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

0

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(1)

x 1

public void inserirInicio(**int** x) {**if** (n >= array.Length)
 throw new Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > 0; i--){
 array[i] = array[i-1];
}

array[0] = x;

n++;

}

array

1	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(1)

x

1

public void inserirInicio(**int** x) {**if** (n >= array.Length)
 throw new Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > 0; i--){
 array[i] = array[i-1];
}array[0] = x;
n++;

}

array

1

0

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

x

3

public void inserirInicio(**int** x) {**if** (n >= array.Length)
 throw new Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > 0; i--){
 array[i] = array[i-1];
}

array[0] = x;

n++;

}

array

1

0

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

x 3

public void inserirInicio(**int** x) {**if** (n >= array.Length)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > 0; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[0] = x;

n++;

}

false: 1 >= 6

array

1

0

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

```
array[0] = x;  
n++;  
}
```

x

3

i

1

array

1

0

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

```
public void inserirInicio(int x) {
    if (n >= array.Length)
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){
    array[i] = array[i-1];
}
```

```
array[0] = x;
n++;
}
```

true: 1 > 0

x 3

i 1

array	1	0	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5

n 1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

```
public void inserirInicio(int x) {
    if (n >= array.Length)
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){
```

```
    array[i] = array[i-1];
```

array[1] <- array[0]

```
    array[0] = x;
```

```
    n++;
```

```
}
```

x 3

i 1

array

1	1	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

```
array[0] = x;  
n++;  
}
```

x

3

i

0

array

1

1

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

public void inserirInicio(**int** x) {
if (n >= array.Length)
 throw new Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; **i** > 0; i--){
 array[i] = array[i-1];
}

array[0] = x;
n++;
}

x 3

i 0

false: 0 > 0

array

1	1	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

x 3

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

array[0] = x;

n++;

}

array

3	1	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

1

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

x 3

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

array[0] = x;

n++;

}

array

3	1	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(3)

x 3

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
    for (int i = n; i > 0; i--){  
        array[i] = array[i-1];  
    }
```

```
    array[0] = x;  
    n++;
```

}

array	3	1	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5

n 2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

x

5

public void inserirInicio(**int** x) {**if** (n >= array.Length)
 throw new Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > 0; i--){
 array[i] = array[i-1];
}

array[0] = x;

n++;

}

array

3

1

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

x 5

public void inserirInicio(**int** x) {**if** (n >= array.Length)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > 0; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[0] = x;

n++;

}

false: 2 >= 6

array

3

1

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

```
array[0] = x;  
n++;  
}
```

x

5

i

2

array

3

1

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

```
public void inserirInicio(int x) {
    if (n >= array.Length)
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){
    array[i] = array[i-1];
}
```

```
array[0] = x;
n++;
}
```

true: $2 > 0$

x 5

i 2

array	3	1	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5

n 2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

```
public void inserirInicio(int x) {
    if (n >= array.Length)
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){
```

```
    array[i] = array[i-1];
```

array[2] <- array[1]

```
    array[0] = x;
```

```
    n++;
```

```
}
```

x 5

i 2

array

3	1	1	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

```
array[0] = x;  
n++;  
}
```

x 5

i 1

array	3	1	1	0	0	0
	0	1	2	3	4	5

n 2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

```
array[0] = x;  
n++;  
}
```

x 5

i 1

true: 1 > 0

array	3	1	1	0	0	0
	0	1	2	3	4	5

n 2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

```
public void inserirInicio(int x) {
    if (n >= array.Length)
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){
```

```
    array[i] = array[i-1];
```

```
}
```

array[1] <- array[0]

```
array[0] = x;
```

```
n++;
```

```
}
```

x 5

i 1

array

3	3	1	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

```
array[0] = x;  
n++;  
}
```

x

5

i

0

array

3

3

1

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

```
array[0] = x;  
n++;  
}
```

x	5
i	0

false: 0 > 0

array	3	3	1	0	0	0
	0	1	2	3	4	5

n	2
---	---

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

x 5

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
for (int i = n; i > 0; i--){  
    array[i] = array[i-1];  
}
```

array[0] = x;

n++;

}

array

5	3	1	0	0	0
0	1	2	3	4	5

n

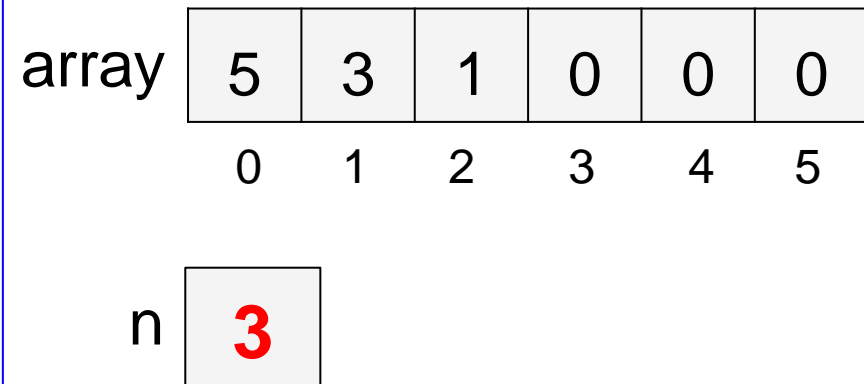
2

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

x 5

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    //levar elementos para o fim do array  
    for (int i = n; i > 0; i--){  
        array[i] = array[i-1];  
    }  
  
    array[0] = x;  
    n++;  
}
```



Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirInicio(5)

x 5

```
public void inserirInicio(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");
```

//levar elementos para o fim do array

```
    for (int i = n; i > 0; i--){  
        array[i] = array[i-1];  
    }
```

```
    array[0] = x;  
    n++;
```

}

array	5	3	1	0	0	0
	0	1	2	3	4	5

n 3

Algoritmo em C#

```

class Lista {
    private int[] array;
    private int n;

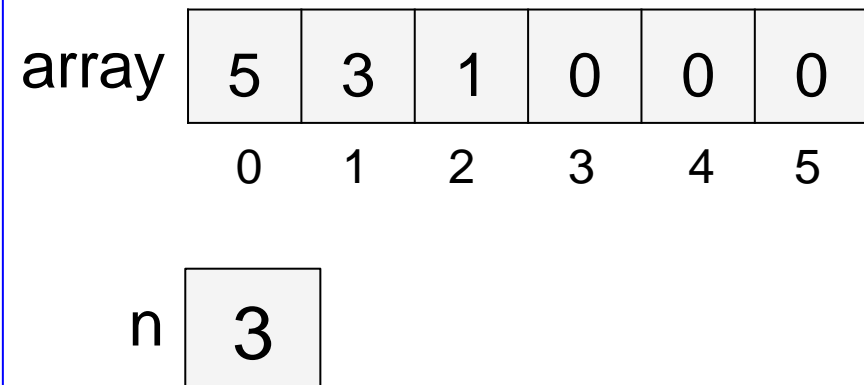
    public Lista () {inicializar(0);}
    public Lista (int tamanho){
        inicializar(tamanho);
    }
    private void inicializar(int tamanho){
        this.array = new int [tamanho];
        this.n = 0;
    }

```

```

    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar () { ... }
}

```



Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirFim(9)

x

9

```
public void inserirFim(int x) {  
  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    array[n] = x;  
    n++;  
}
```

array

5

3

1

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

3

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirFim(9)

x

9

public void inserirFim(**int** x) {**if** (n >= array.Length)**throw new** Exception("Erro!");

array[n] = x;

n++;

}

false: 3 >= 6

array

5

3

1

0

0

0

0

1

2

3

4

5

n

3

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirFim(9)

x 9

```
public void inserirFim(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");  
    array[n] = x;  
    n++;  
}
```

array

5	3	1	9	0	0
0	1	2	3	4	5

n

3

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirFim(9)

x

9

```
public void inserirFim(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    array[n] = x;  
    n++;  
}
```

array

5

3

1

9

0

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserirFim(9)

x

9

```
public void inserirFim(int x) {  
    if (n >= array.Length)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    array[n] = x;  
    n++;  
}
```

array

5

3

1

9

0

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

```

class Lista {
    private int[] array;
    private int n;

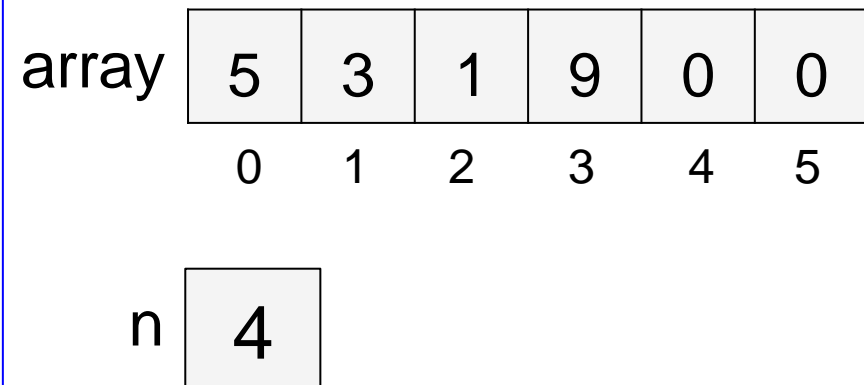
    public Lista () {inicializar(0);}
    public Lista (int tamanho){
        inicializar(tamanho);
    }
    private void inicializar(int tamanho){
        this.array = new int [tamanho];
        this.n = 0;
    }

```

```

    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar () { ... }
}

```



Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

```
public void inserir(int x, int pos) {
```

```
    if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)
        throw new Exception("Erro!");
```

```
    //levar elementos para o fim do array
```

```
    for (int i = n; i > pos; i--){
        array[i] = array[i-1];
    }
```

```
    array[pos] = x;
```

```
    n++;
```

```
}
```

array

5

3

1

9

0

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos >n) **throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

false: 4 >= 6 || 2 < 0 || 2 > 4

array

5

3

1

9

0

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

4

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

1

9

0

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

4

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n, i > pos; --){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

true: 4 > 2

array

5

3

1

9

0

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

4

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

array[4] <- array[3]

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

1

9

9

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

3

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n) **throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

1

9

9

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

3

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n, i > pos; --){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

true: 3 > 2

array

5

3

1

9

9

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

3

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

array[3] <- array[2]

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

1

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

2

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

1

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

2

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; --){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

false: 2 > 2

array

5

3

1

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(4,2)

pos

2

x

4

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)
 throw new Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){
 array[i] = array[i-1];
}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos >n) **throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

false: 5 >= 6 || 2 < 0 || 0 > 4

array

5

3

4

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

5

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

5

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n, i > pos; --){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

true: 5 > 2

array

5

3

4

1

9

0

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

5

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

array[5] <- array[4]

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

1

9

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

4

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

1

9

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

4

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n, i > pos; --){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

true: 4 > 2

array

5

3

4

1

9

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

4

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

array[4] <- array[3]

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

1

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

3

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

1

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

3

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n, i > pos; --){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

true: 3 > 2

array

5

3

4

1

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

3

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

array[3] <- array[2]

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

2

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

4

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {

i

2

if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n, i > pos; --){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

false: 2 > 2

array

5

3

4

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

7

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

7

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

6

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(7,2)

pos

2

x

7

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)**throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

array

5

3

7

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

6

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(2,2)

pos

2

x

2

```
public void inserir(int x, int pos) {
```

```
    if (n >= array.Length || pos < 0 || pos > n)
        throw new Exception("Erro!");
```

```
    //levar elementos para o fim do array
```

```
    for (int i = n; i > pos; i--){
        array[i] = array[i-1];
    }
```

```
    array[pos] = x;
```

```
    n++;
```

```
}
```

array

5

3

7

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

6

Algoritmo em C#

// Exemplo: inserir(2,2)

pos

2

x

2

public void inserir(**int** x, **int** pos) {**if** (n >= array.Length || pos < 0 || pos >n) **throw new** Exception("Erro!");

//levar elementos para o fim do array

for (**int** i = n; i > pos; i--){

array[i] = array[i-1];

}

array[pos] = x;

n++;

}

true: 6 >= 6 || ... || ...

array

5

3

7

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

6



Algoritmo em C#

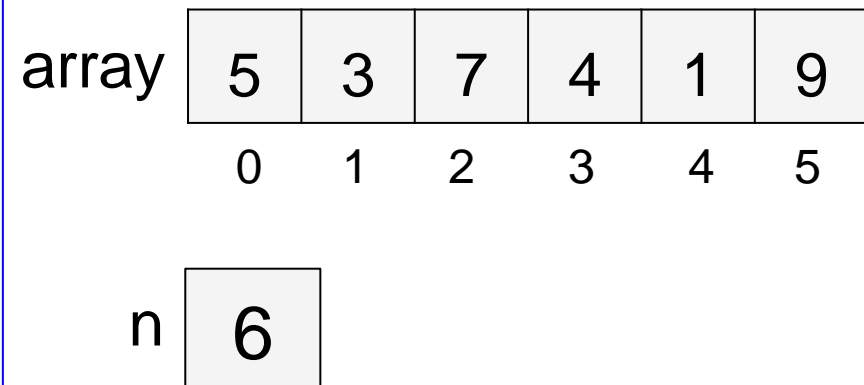
```

class Lista {
    private int[] array;
    private int n;

    public Lista () {inicializar(0);}
    public Lista (int tamanho){
        inicializar(tamanho);
    }
    private void inicializar(int tamanho){
        this.array = new int [tamanho];
        this.n = 0;
    }

    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar () { ... }
}

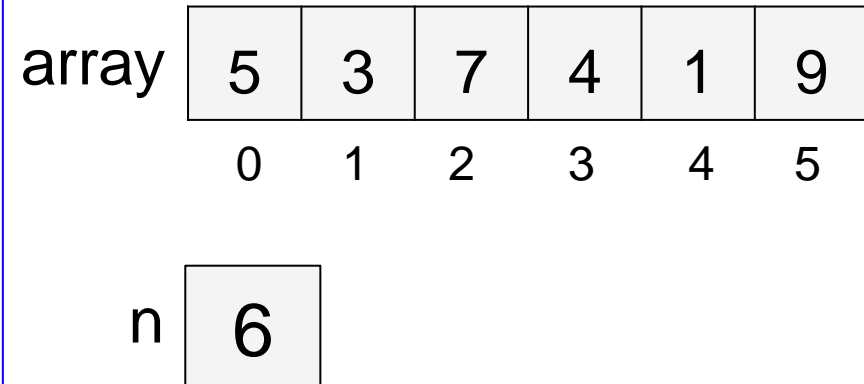
```



Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```



Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

public int removerInicio() {**if** (n == 0)**throw new** Exception("Erro!");**int** resp = array[0];

n--;

for (**int** i = 0; i < n; i++){

array[i] = array[i+1];

}

return resp;

}

false: 6 == 0

array

5	3	7	4	1	9
0	1	2	3	4	5

n

6

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

resp **5**

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");
```

```
    int resp = array[0];
```

```
    n--;
```

```
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }
```

```
    return resp;
```

```
}
```

array

5	3	7	4	1	9
0	1	2	3	4	5

n

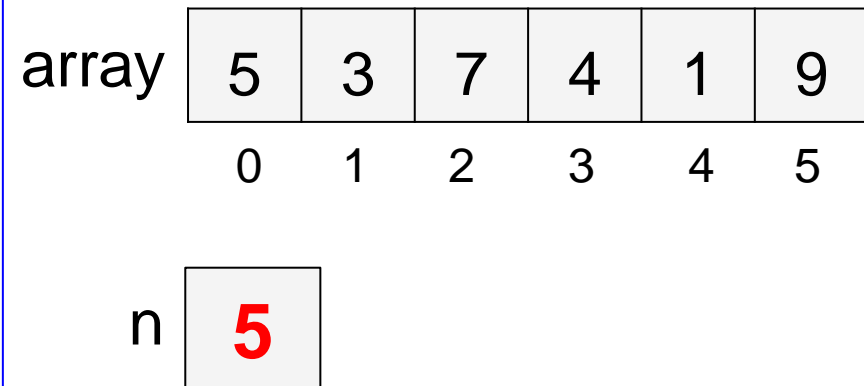
6

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

resp 5

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```



Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp 5

i 0

array

5	3	7	4	1	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp

5

i

0

true: $0 < 5$

array

5

3

7

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```

public int removerInicio() {
    if (n == 0)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[0];
    n--;

    for (int i = 0; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp 5

i 0

array[0] <- array[1]

array

3	3	7	4	1	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp 5

i 1

array

3	3	7	4	1	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```

public int removerInicio() {
    if (n == 0)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[0];
    n--;

    for (int i = 0; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp 5

i 1

true: 1 < 5

array

3	3	7	4	1	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```

public int removerInicio() {
    if (n == 0)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[0];
    n--;

    for (int i = 0; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp 5

i 1

array[1] <- array[2]

array

3	7	7	4	1	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp 5

i 2

array

3	7	7	4	1	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```

public int removerInicio() {
    if (n == 0)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[0];
    n--;

    for (int i = 0; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp

5

i

2

true: $2 < 5$

array

3

7

7

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```

public int removerInicio() {
    if (n == 0)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[0];
    n--;

    for (int i = 0; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp 5

i 2

array[2] <- array[3]

array

3	7	4	4	1	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp

5

i

3

array

3

7

4

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```

public int removerInicio() {
    if (n == 0)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[0];
    n--;

    for (int i = 0; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp

5

i

3

true: 3 < 5

array

3

7

4

4

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```

public int removerInicio() {
    if (n == 0)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[0];
    n--;

    for (int i = 0; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp 5

i 3

array[3] <- array[4]

array

3	7	4	1	1	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp

5

i

4

array

3

7

4

1

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp

5

i

4

true: 4 < 5

array

3

7

4

1

1

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```

public int removerInicio() {
    if (n == 0)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[0];
    n--;

    for (int i = 0; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp 5

i 4

array[4] <- array[5]

array

3	7	4	1	9	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp

5

i

5

array

3

7

4

1

9

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```

public int removerInicio() {
    if (n == 0)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[0];
    n--;

    for (int i = 0; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp

5

i

5

false: $5 < 5$

array

3

7

4

1

9

9

0

1

2

3

4

5

n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp

5

array

3	7	4	1	9	9
0	1	2	3	4	5

n

5

Retornando o 5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()

resp 5

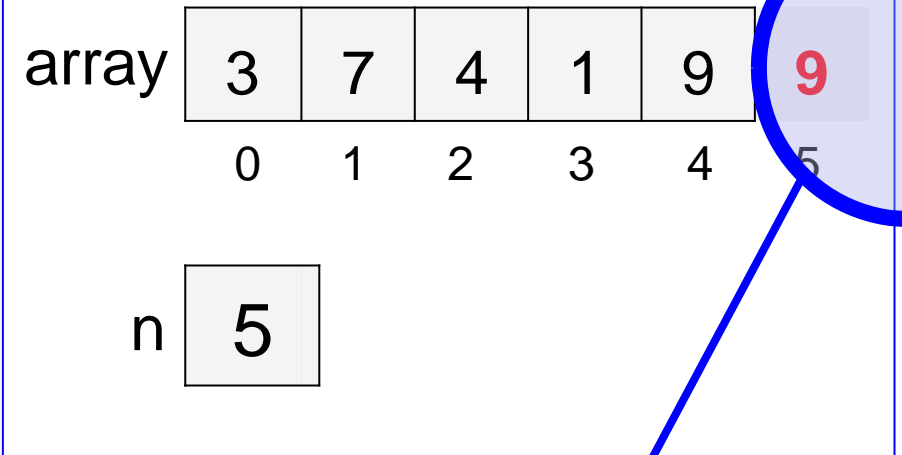
```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

array	3	7	4	1	9	9
	0	1	2	3	4	5
n	5					

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerInicio()


```
public int removerInicio() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[0];  
    n--;  
  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```



Este nove foi ou
não removido?

- Diferencie remoção lógica e física
- Diferencie formatação lógica (rápida) e física
- No seu SO, o que acontece quando enviamos um arquivo para a lixeira? E quando o excluímos definitivamente?

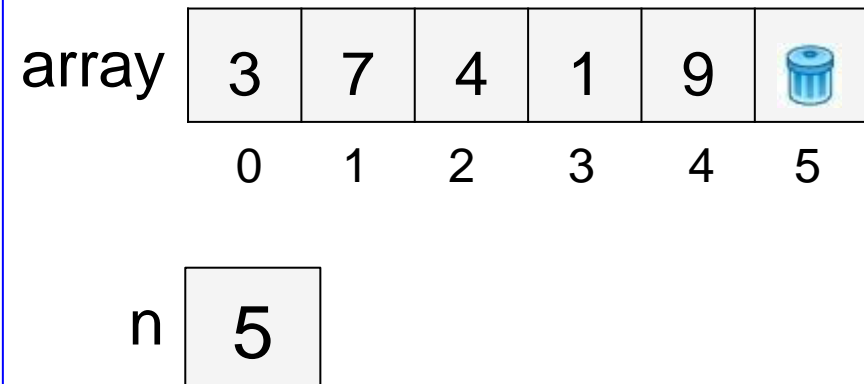
Algoritmo em C#

```
class Lista {  
    private int[] array;  
    private int n;  
  
    public Lista () {inicializar(0);}   
    public Lista (int tamanho){  
        inicializar(tamanho);  
    }  
    private void inicializar(int tamanho){  
        this.array = new int [tamanho];  
        this.n = 0;  
    }  
  
    public void inserirInicio(int x) { ... }  
    public void inserirFim(int x) { ... }  
    public void inserir(int x, int pos) { ... }  
    public int removerInicio() { ... }  
    public int removerFim() { ... }   
    public int remover(int pos) { ... }  
    public void mostrar () { ... }  
}
```

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerFim()

```
public int removerFim() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    n = n-1;  
    return array[n];  
}
```



Algoritmo em C#

// Exemplo: removerFim()


public int removerFim() {**if** (n == 0)**throw new** Exception("Erro!");

n = n-1;

return array[n];

false: 5 == 0

array

3	7	4	1	9	
0	1	2	3	4	5

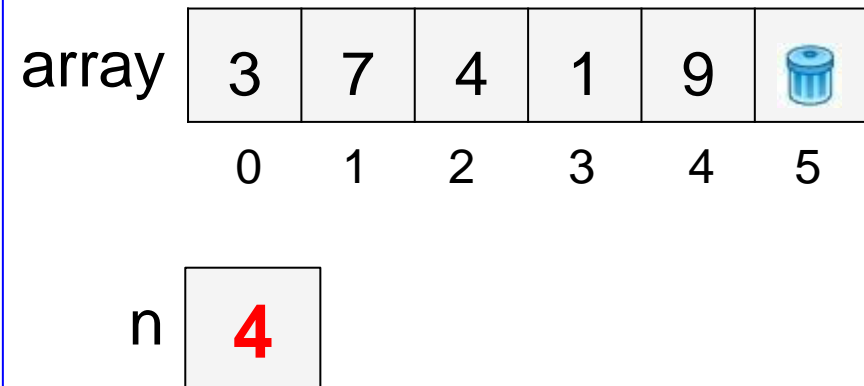
n

5

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerFim()

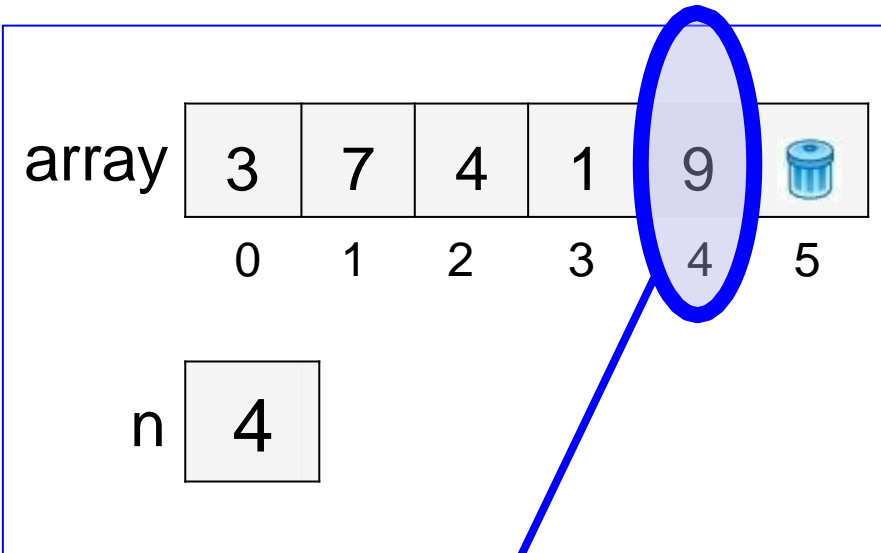
```
public int removerFim() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    n = n-1;  
    return array[n];  
}
```



Algoritmo em C#

// Exemplo: removerFim()

```
public int removerFim() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    n = n-1;  
    return array[n];  
}
```

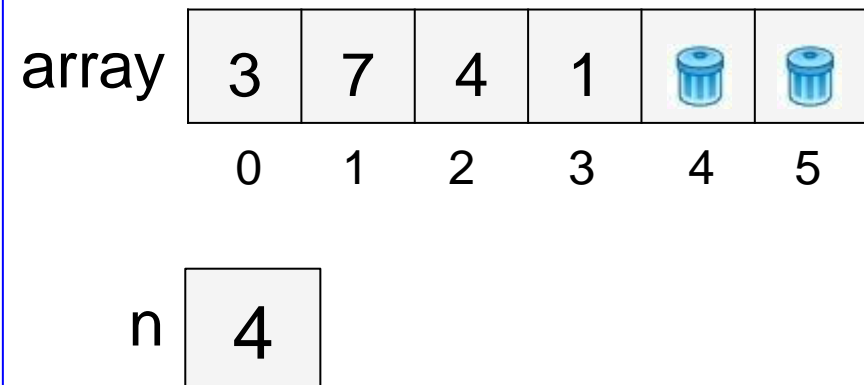


Retornando o 9

Algoritmo em C#

// Exemplo: removerFim()

```
public int removerFim() {  
    if (n == 0)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    n = n-1;  
    return array[n];  
}
```



Algoritmo em C#

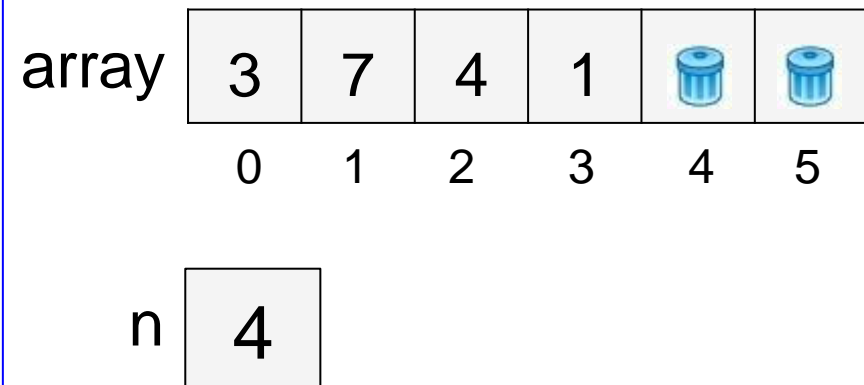
```

class Lista {
    private int[] array;
    private int n;

    public Lista () {inicializar(0);}
    public Lista (int tamanho){
        inicializar(tamanho);
    }
    private void inicializar(int tamanho){
        this.array = new int [tamanho];
        this.n = 0;
    }

    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar () { ... }
}

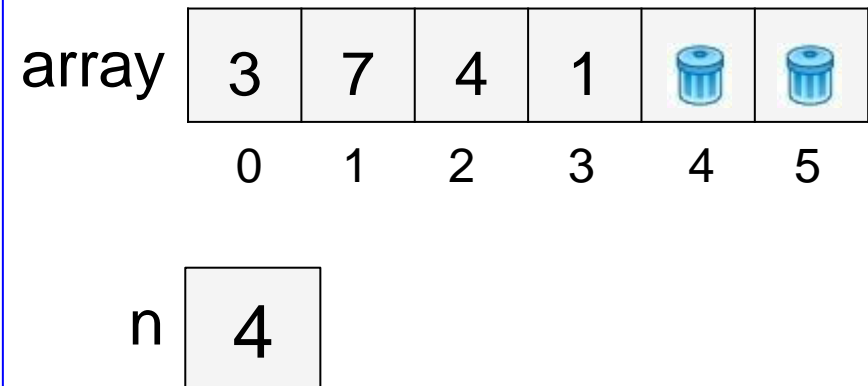
```



Algoritmo em C#

// Exemplo: remover(2)

```
public int remover(int pos) {  
  
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[pos];  
    n--;  
  
    for (int i = pos; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```



Algoritmo em C#



// Exemplo: remover(2)

public int remover(**int** pos) {**if** (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)**throw new** Exception("Erro!");**int** resp = array[pos];

n--;

for (**int** i = pos; i < n; i++){
 array[i] = array[i+1];
}**return** resp;}
false: 4 == 0 || 2 < 0 || 2 >= 4

array

3	7	4	1		
0	1	2	3	4	5

n

4

Algoritmo em C#

// Exemplo: remover(2)

resp **4**

```
public int remover(int pos) {  
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)  
        throw new Exception("Erro!");
```

```
    int resp = array[pos];
```



```
    n--;
```

```
    for (int i = pos; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }
```

```
    return resp;
```

```
}
```

array

3	7	4	1		
0	1	2	3	4	5

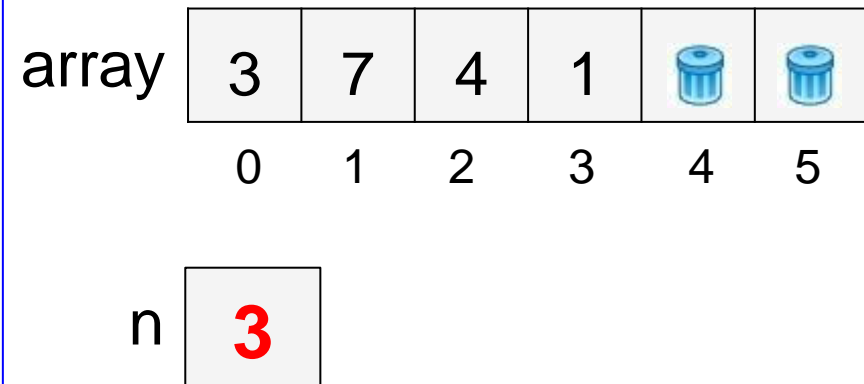
n **4**

Algoritmo em C#

// Exemplo: remover(2)

resp 4

```
public int remover(int pos) {  
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[pos];  
    n--;  
  
    for (int i = pos; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```



Algoritmo em C#

// Exemplo: remover(2)

```
public int remover(int pos) {  
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[pos];  
    n--;  
  
    for (int i = pos; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp

4

i

2

array

3

7

4

1



0

1

2

3

4

5

n

3

Algoritmo em C#

// Exemplo: remover(2)

```

public int remover(int pos) {
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[pos];
    n--;

    for (int i = pos; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp

4

i

2

true: 2 < 3

array

3

7

4

1



0

1

2

3

4

5

n

3

Algoritmo em C#

// Exemplo: remover(2)

```

public int remover(int pos) {
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[pos];
    n--;

    for (int i = pos; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp

4

i

2

array

3

7

1

1



0

1

2

3

4

5

n

3

array[2] <- array[3]



Algoritmo em C#

// Exemplo: remover(2)

```
public int remover(int pos) {  
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[pos];  
    n--;  
  
    for (int i = pos; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp 4

i 3

array	3	7	1	1		
	0	1	2	3	4	5

n 3

Algoritmo em C#

// Exemplo: remover(2)

```

public int remover(int pos) {
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)
        throw new Exception("Erro!");

    int resp = array[pos];
    n--;

    for (int i = pos; i < n; i++){
        array[i] = array[i+1];
    }

    return resp;
}

```

resp

4

i

3

false: 3 < 3

array

3

7

1

1



0

1

2

3

4

5

n

3

Algoritmo em C#



// Exemplo: remover(2)

```
public int remover(int pos) {  
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[pos];  
    n--;  
  
    for (int i = pos; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

resp

4

array

3	7	1	1		
0	1	2	3	4	5

n

3

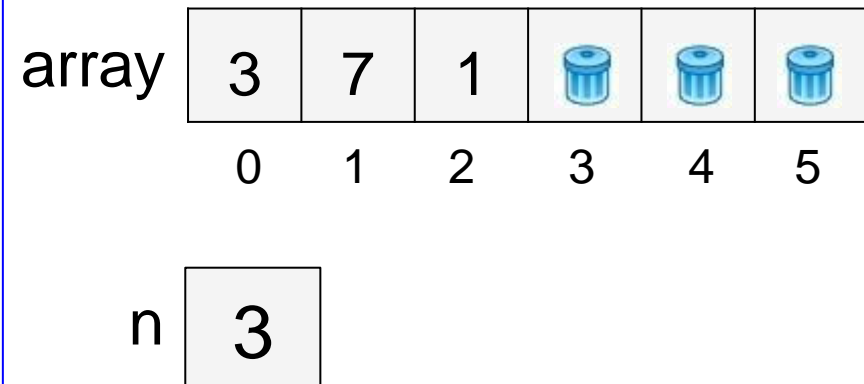
Retornando o 4

Algoritmo em C#

// Exemplo: remover(2)

resp 4

```
public int remover(int pos) {  
    if (n == 0 || pos < 0 || pos >= n)  
        throw new Exception("Erro!");  
  
    int resp = array[pos];  
    n--;  
  
    for (int i = pos; i < n; i++){  
        array[i] = array[i+1];  
    }  
  
    return resp;  
}
```

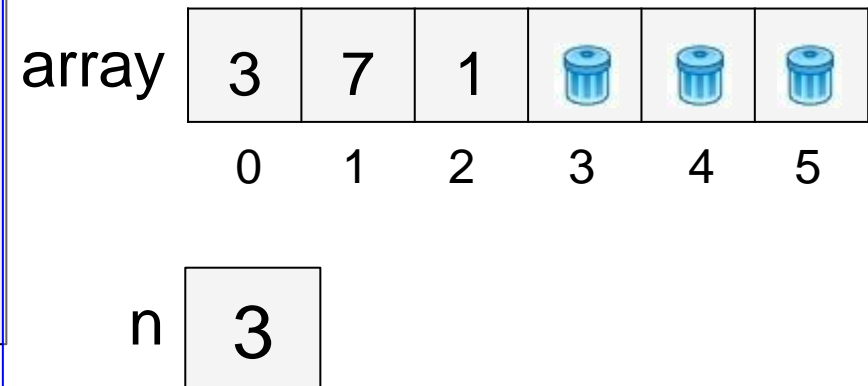


Algoritmo em C#

```
class Lista {  
    private int[] array;  
    private int n;  
  
    public Lista () {inicializar(0);}   
    public Lista (int tamanho){  
        inicializar(tamanho);  
    }  
    private void inicializar(int tamanho){  
        this.array = new int [tamanho];  
        this.n = 0;  
    }  
  
    public void inserirInicio(int x) { ... }  
    public void inserirFim(int x) { ... }  
    public void inserir(int x, int pos) { ... }  
    public int removerInicio() { ... }  
    public int removerFim() { ... }  
    public int remover(int pos) { ... }  
    public void mostrar () { ... }  
}
```

Algoritmo em C#

```
public void mostrar (){  
    Console.Write("[ ");  
    for (int i = 0; i < n; i++){  
        Console.Write(array[i] + " ");  
    }  
    Console.WriteLine("]");  
}
```



Exercício: O que será
mostrado na tela?

Tela